

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

昭 62 - 4888

⑪ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公告 昭和62年(1987)2月2日

H 03 H 3/02
C 23 C 14/04
H 03 H 9/13
9/215

7210-5J
7537-4K
6125-5J
7210-5J

発明の数 1 (全5頁)

⑬ 発明の名称 音叉型水晶振動子の電極形成方法

⑮ 特 願 昭51-160055

⑯ 公 開 昭53-86190

⑰ 出 願 昭51(1976)12月29日

⑱ 昭53(1978)7月29日

⑲ 発 明 者 若 杉 信 狭山市狭山富士見1-3-32

⑳ 出 願 人 シチズン時計株式会社 東京都新宿区西新宿二丁目1番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 金山 敏彦

㉒ 審 査 官 内 野 春 喜

㉓ 参 考 文 献 特開 昭50-120977 (J P, A) 特開 昭50-128489 (J P, A)

特開 昭51-111095 (J P, A) 特開 昭48-43287 (J P, A)

㉔ 特許請求の範囲

1 2本の枝と該2本の枝を連結する基部より成る音叉型水晶振動子の電極を薄板マスクを用いて蒸着により形成する電極形成方法において、電極形成部を穴で電極非形成部を残肉部により構成し、前記水晶振動子の2本の枝によって形成される溝の溝底近接部の基部主面該当部分の残肉部を、前記音叉型水晶振動子の長手方向と略平行となるよう他の残肉部と連結した連結部分を形成するとともに、該連結部分を前記基部主面該当部分の残肉部より薄くした薄肉部を備えた薄板マスクを、前記薄肉部と前記水晶振動子との間に隙間ができるよう前記水晶振動子に密着させる工程と、前記音叉型水晶振動子の長手方向と平行な軸を回転中心とし前記薄板マスクと前記音叉型水晶振動子とを揺動又は回転させる工程と、蒸発物質を飛ばして前記音叉型水晶振動子の1本の枝に互いに極性を異ならせた主面電極と側面電極を、また一方の枝の側面電極は他方の枝の主面電極から延びる基部電極と接続し前記溝底近接部の基部主面を逃げて接続電極を各々形成する工程とを有し、前記薄板マスクの薄肉部の裏面に廻り込んだ蒸発物質を接続電極の一部と成したことを特徴とする音叉型水晶振動子の電極形成方法。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は音叉型水晶振動子の電極の形成方法に

関するものである。
〔従来の技術〕
従来より音叉型水晶振動子は、小型化が容易で、耐衝撃性が良いこと等の理由から水晶腕時計用基準発振素子として多く採用されてきた。これら音叉型水晶振動子の電極構造について従来の欠点を述べるならば、従来は電極構造の決定に際し、音叉型水晶振動片の共振部にのみ注意が払われ、基部の振動モードや発生電荷の大きさとその分布については、ほとんど注意が払われていなかった。

一方、水晶腕時計の小型化の動向に伴い、音叉型水晶振動子自体も小型化、薄型化されていく傾向にあるが、水晶振動子自体の小型化、薄型化の程度が著しくなるとともに、比例的に性能や信頼性の劣化が目立ち始めて来た。このように従来のまゝで水晶振動子の小型化薄型化を計ることはそろそろ限界に達しようとしているのが実状である。そこで出願人は種々の実験を重ね、小型化薄型化に適した電極構造を調査した。

第1図は音叉型水晶振動子の斜視図であり、第2図は音叉型水晶振動子の電極構造を原理的に示す斜視図、第3図は第2図に示される電極構造の展開図である。

まず、第1図により音叉型水晶振動子の各部の

呼称を統一しておく。1は音叉型水晶振動片（以下単に振動片と記す）、2は共振部、2aは右側共振部、2bは左側共振部、3は基部、3aは右側基部、3bは左側基部、4は基部と共振部の境界、5は振動片自身における後述のY方向に平行な中心線である。またX、Y、Z方向は、それぞれ振動片1の幅方向、長さ方向、厚さ方向であり、一般に前記の各方向は水晶結晶における電気軸、機械軸、光軸の方向と、それぞれほぼ一致している。さらにx、y、z面は、前記のX、Y、Z方向に対してそれぞれ垂直な面を示している。

今、振動片1の右側の電極6aに+、左側の電極6bに-の電荷が発生した瞬間を想定し、その様子を第2図、第3図に記号+、-で示してある。第2図、第3図における電極構造の特徴は、共振部における電極のX方向寸法 X_1 が、基部における電極のX方向寸法 X_2 より幾分短いこと、振動片の溝底付近7において空白部分があること、基部の電極のY方向寸法 Y_2 が振動片自身の基部の長さに近いこと、左右の電極が前述の中心線5に対称であることである。

第4図は、電極構造の理論的根拠を説明するための図である。即ち、振動片のZ面を矩形領域に分割し、それぞれの領域に発生する空間電荷の符号、大きさが模式的に示されている。この場合、電荷の大きさについては3区分し、最大の電荷が発生する領域には+または-符号を3個、中間の大きさの電荷が発生する領域には+または-符号を2個、最小の電荷が発生する領域には+または-符号を1個記してある。

ここで注目に値するのは、振動片のZ面に発生する電荷の大きさについては、基部においてもかなりの大きさの電荷が発生しているということである。従つて振動片Z面に発生する空間電荷をできる限り多く集めるためには、共振部のみでなく、基部の電極構造に十分注意しなくてはならないことがわかる。次の特徴は、電荷の符号に関してである。前述の中心線5に対して右側に発生する電界はほとんどが+、左側に発生する電界はほとんどが-であるが、振動片の溝底付近においては、その関係が逆転している。この原因は、振動片の溝の内側面（x面）の延長効果がz面に現われたものであろうと推定される。従つて電極構造を決定する際、この部分を避けるか、または同符

号同志の電荷を連結する様に工夫しなければならない。

第5図、第6図は音叉型水晶振動子の電極構造の具体的実施例を示す図で、第5図は斜視図、第6図は展開図である。第5図はある瞬間に右側に+、左側に-の空間電荷が発生するとして描いてあり、第2図から第4図に示される基本的な電極構造に近い形状に設定されている。このような電極を薄板状マスクを使つて蒸着処理により形成するのである。

〔発明が解決しようとする問題点〕

ところで第5図の如き電極を薄板マスクを用いて蒸着により形成する場合、音叉型水晶振動子の2本の枝によつて形成される溝の溝底近接部の基部の主面には電極膜が形成されていないためこの部分にマスクをつけるのであるが、この部分は片持となつてしまう。すなわち片持でオーバーハングが長いとマスクが振動片に密着せず、蒸着時のまわり込み等の望まざる現象により、本来分離されなければならない電極同志が短絡してしまうという欠点を有している。あるいは2回蒸着で行えば良いが工数がかかる等コスト高となつてしまう。

本発明の目的は上述の欠点を解消させ、音叉型水晶振動子の電極構造に改良を加えて基本振動モードでの性能を向上せしめることにより、小型化、薄型化に適した音叉型水晶振動子の電極の製造工程を安定化させ、且つ総合的な歩留りも向上し、必然的に低コスト、小型、薄型化した音叉型水晶振動子の製造方法の提供を可能とすることになる。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的を達成するために本発明は、薄板マスクの溝底近接部の基部主面該当部分の残肉部と他の残肉部とを連結し、連結部分の肉厚を他より薄くした薄肉部を備えた薄板マスクを音叉型水晶振動子に密着させ、前記音叉型水晶振動子の長手方向と平行な軸を回転中心として音叉型水晶振動子を揺動又は回転させ、蒸発物質を飛ばして水晶振動子に電極を形成するものである。

〔作用〕

上記構成によつて、薄板マスクの薄肉部の裏面先に蒸発物質を廻り込ませて薄肉部両側の電極を電気的につなぐとともに、薄板マスクの片持とな

る部分を除去し、1回での蒸着を可能とした。

〔実施例〕

以下本発明の実施例を図面により詳述する。第7図は蒸着工程を示す平面図であり、第8図は第7図のAA断面図で、蒸着作業時の状態を示す。5 右下り斜線で示した部分は、精密に位置決めされた振動片1で、その輪郭は破線で示してある。蒸着マスク8の板厚は、通常0.1mm程度の金属（ステンレス等）で作られており、前記マスクはフォトエッチングで蒸着を施す部分に穴加工されるが、その場合、エッチングされずに残った残肉部分、すなわち蒸着マスク8の実体部を左下りの斜線で示してある。前述のように蒸着マスク8は0.1mm程度の厚さの板にて作られるので、エッチングされずに残った部分、すなわち蒸着マスク8 15 の残肉部は全て両持の架橋状になっていなければならない。すなわち片持でオーバーハングが長いとマスクが振動片に密着せず、蒸着時のまわり込み等の望まざる現象により、本来分離されなければならない電極同志が短絡してしまう。この点において問題となる部分は、第7図に示される8aの領域におけるマスク形状である。前記領域8a 20 におけるマスク形状は、そのままではかなりオーバーハングの長い片持はり状になっているので、この状態を避けねばならない。

第8図はどのようにして前述の片持はり状態を避けたかを示す。8は薄板状蒸着マスクで、斜線部8cはマスクの残肉部の断面である。前記マスク8の薄肉部8bは、振動片1と接触している側よりエッチング加工で薄板状蒸着マスク8自身の 30 板厚の半分程度に薄くされたものである。このようにすれば、前述の領域8aと領域8dとが、前記薄肉部8bにより連結されて両持の架橋状となる。この架橋状の薄肉部8bは振動片1の長手方向と略一致している。実際に蒸着等により電極形成 35 を行う時は振動片1の長手方向と平行な回転軸を中心として振動片1を図示B方向に回転させることにより、相対的に第8図、矢印CあるいはDの方向より蒸発物質を架橋状の薄肉部8bの直下の振動片z面に回り込ませて付着せしめることが 40 可能となる。このように架橋状の薄肉部8bを振動片1の長手方向と略一致させ、振動片1の長手方向と平行な回転軸を中心として回転させると、電極材料が薄肉部8bの下面へ廻り込んで蒸着さ

れるばかりでなく、振動片1の側面へも蒸着が容易に行なわれる。

前述の第5図および第6図において、特に斜線部で示されている電極形成領域9は、蒸着マスク8の薄肉部8bの直下の領域に対応する部分であり、上述のような蒸着物質の回り込みによつて形成されたものである。

なお、第7図に示される蒸着マスク8の領域8eは、振動片1のx面で電氣的不連続部を作るが、振動片1の裏面側に配置する蒸着マスクとして、第7図に示されるマスク8の裏表を反対にしたものを使用すれば解決されることになる。

第9図は音叉型水晶振動子の他の電極構造を示す斜視図であり、第10図はその展開図である。

本例においても斜線部で示される振動片の長手方向と略一致させた電極形成領域10に対応して、前述の薄肉部を有するマスクにより電極を形成する電極形成方法を適用すれば、架橋部や側面電極を含む全ての電極を1回の蒸着処理により電極を形成することが可能となる。

以上述べたように、本発明による電極形成方法によれば、溝底近接部の基部主面上に電極を形成しない音叉型水晶振動子に薄板状マスクを使用すると、その部分がどうしても片持はり状になってしまうためその部分を他の残肉部に連結すると絶縁層ができて電極が分割されてしまう。そこで、このことを避けるため、蒸着マスクの上記連結部分に薄肉部を設けることにより、前記マスクにおけるオーバーハングの片持はり状部を解消するとともに、前記薄肉部に対応する音叉型水晶振動片の領域には、蒸着物質を回り込ませて電極を形成するという方法によつて特徴づけられる。

〔発明の効果〕

以上述べたように本発明によれば、上記のような電極形成方法によると、蒸着マスクの変形が防止されるために、信頼性の高い電極パターンが得られるとともに、1回の蒸着処理により電極が形成されるために、コストダウンにも寄与することとなる。

図面の簡単な説明

第1図は、各部の呼称を定義するための音叉型水晶振動子の斜視図。第2図は、電極構造を原理的に示すための音叉型水晶振動子の斜視図、第3図は、第2図の展開図。第4図は、電極構造の理

7

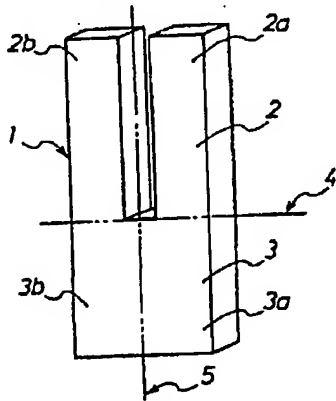
8

論的根拠の説明図。第5図は、電極構造の具体的実施例を示す音叉型水晶振動子の斜視図、第6図は、第5図の展開図。第7図は、本発明による蒸着工程を示す平面図、第8図は、第7図のAA断面図。第9図は、本発明による電極構造の他の実施例を示す斜視図、第10図は、第9図の展開図

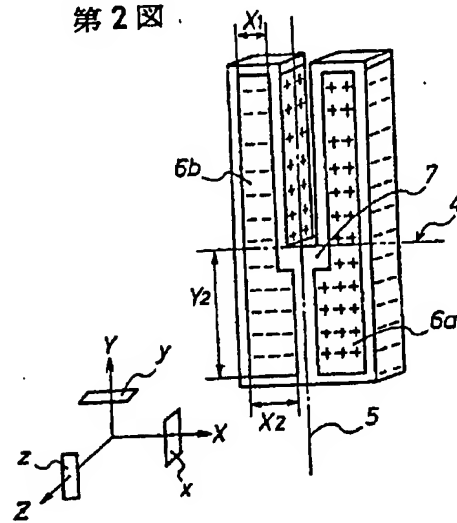
である。

1……音叉型水晶振動片、2……共振部、2 a……右側共振部、2 b……左側共振部、3……基部、3 a……右側基部、3 b……左側基部、6 a……右側電極、6 b……左側電極、7……溝底、8……蒸着マスク、8 b……薄肉部。

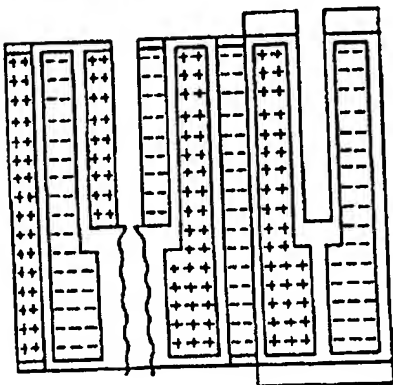
第1図



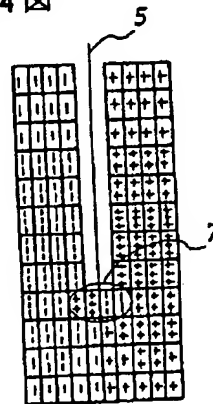
第2図



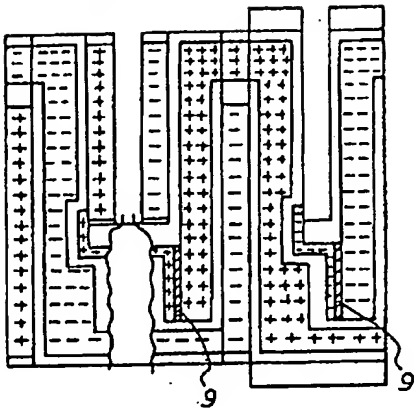
第3図



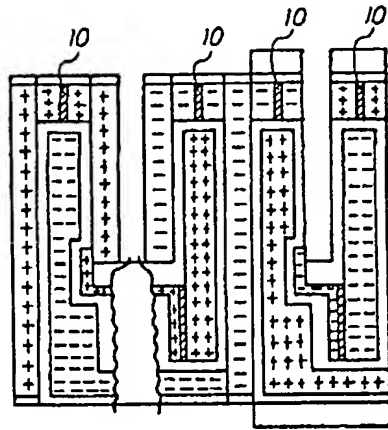
第4図



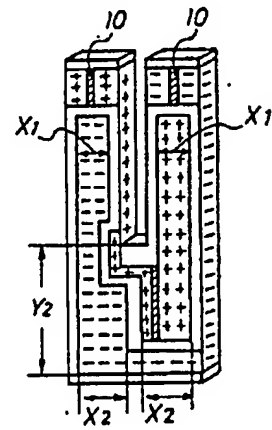
第 6 図



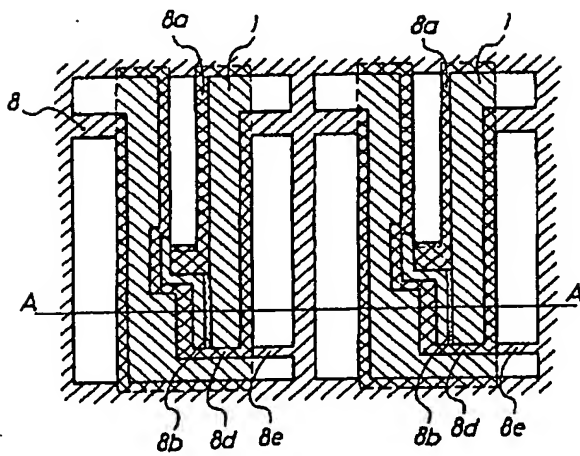
第 10 図



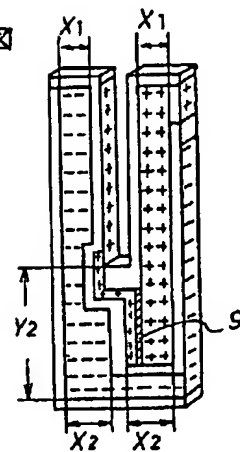
第 9 図



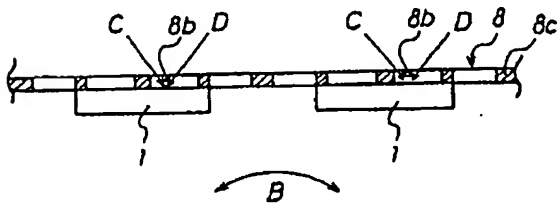
第 7 図



第 5 図



第 8 図



THIS PAGE BLANK (USPTO)